257 et 253
Capteur d'humidité du sol
Manuel d'utilisation

Issued 19.3.96
Traduction du 16.07.2002

GARANTIE

Cet équipement est garanti contre tout vice de matériau, de façon et de logiciel. Cette garantie demeurera en vigueur pendant une période de douze mois à compter de la date de livraison. Nous nous engageons à réparer ou à remplacer les produits jugés défectueux pendant la période de garantie, à condition qu'ils nous soient renvoyés port payé. Cette garantie ne pourra être appliquée :

- A aucun équipement modifié ou altéré de quelque manière que ce soit sans une autorisation écrite de Campbell Scientific.
- Aux batteries.
- A aucun produit soumis à une utilisation abusive, un mauvais entretien, aux dégâts naturels ou endommagements lors du transport.

Campbell Scientific renverra les équipements sous garantie par voie de terre, frais de transport payés. Campbell Scientific ne remboursera ni les frais de démontage ni les frais de réinstallation du matériel. Cette garantie et les obligations de la société citées ci-dessous remplacent toute autre garantie explicite ou implicite, y compris l'aptitude et l'adéquation à une utilisation particulière. Campbell Scientific décline toute responsabilité en cas de dommages indirects.

Avant de renvoyer un équipement, veuillez nous en informer pour obtenir un numéro de référence de réparation, que les réparations soient effectuées ou non dans le cadre de la garantie. Veuillez préciser la nature du problème le plus clairement possible et, si l'appareil n'est plus sous garantie, joindre un bon de commande. Un devis pour les réparations sera fourni sur demande.

Le numéro de référence de réparation doit être indiqué clairement à l'extérieur du carton utilisé pour renvoyer tout équipement.

Veuillez noter que les produits envoyés par avion sont sujets à des frais de dédouanement que Campbell Scientific facturera au client. Ces frais sont bien souvent plus élevés que le prix de la réparation proprement dite.



Campbell Scientific Ltd,
1, rue de Terre Neuve
Miniparc du Verger
Bât. H - Les Ulis
91967 COURTABOEUF CEDEX, FRANCE
Tél. : (+33) 1 69 29 96 77
Fax : (+33) 1 69 29 96 65
Email : campbell.scientific@wanadoo.fr
www.campbellsci.co.uk/fr/

Table des matiéres

1. Installation -- 1

1.1 Préparation du capteur et du site ------------------------------------ 1
1.2 Installation du capteur --- 1
1.3 Comment enlever le capteur --- 2

2. Branchement --- 2

2.1 Modèle 257 --- 2
2.2 Modèle 253 --- 3

3. Programmation --- 3

3.1 Mesure - Instruction 5 --- 4
3.2 Calcul de la résistance du capteur – Instruction 59 --------------- 5
3.3 Calcul du potentiel hydrique du sol ---------------------------------- 6
3.3.1 Approximation linéaire --- 6

4. Exemple de programmation pour le capteur 257 avec une 21X-- 7

5. Exemples de programmation pour le 253 ----------------------------- 10

5.1 Avec un multiplexeur AM32 --- 10
5.2 Avec un multiplexeur AM416--- 12

6. Interprétation des résultats--- 15

7. Résolutions des problèmes -- 15

Figures

1. Capteur d'humidité du sol, 257 --- 2
2. Schéma du capteur, 257 -- 3
3. Capteur d'humidité du sol, 253 --- 3
4. Potentiel hydrique à 18°C-- 5
5. Branchement d'un AM32 et d'une 21X ayant une PROM antérieure aux versions OSX.-- 11
6. Branchement d'un AM32 à une CR10/10X --- 12
7. Branchement d'un AM32 et d'une 21X ayant une PROM versions OSX.--------------------- 12
8.Branchement d'un AM416 avec une 21X ayant une PROM antérieure aux versions OSX 13
9. Branchement d'un AM416 à une CR10/10X --- 14
10. Branchement d'un AM416 avec une 21X ayant une PROM versions OSX----------------- 14

Tableaux

Tableau 1 : Excitations et plages de mesure --- 4
Tableau 2 : Comparaison du potentiel hydrique, de Vs / Vx, et de RS (18°C)------------------ 4

Capteurs d’humidité du sol 257 et 253

Les capteurs d’humidité du sol 257 et 253 fournissent une méthode appropriée pour l’estimation du potentiel hydrique entre 0 et 2 bar. Ces capteurs sont fabriqués par Watermark ; ce sont 2 électrodes concentriques contenues dans un matériau qui est une matrice de référence. La matrice est entourée d’une membrane synthétique. Cette membrane a pour but de protéger la matrice et de diminuer sa détérioration. Les capteurs 257 / 253 peuvent être laissés dans le sol toute l’année, en éliminant ainsi le besoin de retirer le capteur pendant les mois d’hiver. Une pastille interne en gypse permet de tamponner les effets de la salinité rencontrés dans les sols irrigués.

NOTE Le capteur 257 est configuré afin d’être utilisé sur des CR10/10X, 21X et CR7, alors que le 253 est fait pour être utilisé avec les AM416, AM32 et AM16/32 uniquement**.**

1. Installation

1.1. Préparation du capteur et du site

Les capteurs 257 / 253 ne peuvent mesurer que ce qu’ils ‘voient’, ce qui fait que l’endroit où est placé le capteur est important. Evitez les creux où l’eau formera de la boue après la pluie. De même, ne mettez pas le capteur dans un endroit surélevé ou près d’un changement de pente, à moins que vous ne soyez intéressé par une mesure de variabilité créée par de telles différences.

Watermark recommande d’humidifier puis de faire sécher le capteur plusieurs fois avant d’installer le capteur (humidifier pendant une heure puis faire sécher pendant 24 heures). Le capteur devrait être humidifié pendant une heure avant d’être mis en place dans le sol. Il faut toujours installer le capteur quand il est humide.

1.2. Installation du capteur

Installez votre capteur de la façon suivante :

1. Faites un trou d’accès avec un tube de 22mm de diamètre. Les sols très grossier ou caillouteux nécessiteront peut être un trou légèrement plus large (25 à 32 mm de diamètre) afin d’éviter d’endommager le capteur en éraflant la membrane.

2. Remplissez le trou avec de l’eau et poussez le capteur doucement. Pour un trou de taille étendue, faites une mixture de sol et d’eau, et mettez-la en place fermement autour du capteur.

ATTENTION Dans les sols abrasifs ou lors d’installations en profondeur, faites attention de ne pas endommager la membrane du capteur pendant la mise en place. En de telles circonstances, l’outil idéal est une taraudeuse faisant un trou du diamètre correspondant à celui du capteur dans la partie basse du trou, et légèrement plus large au dessus.

Il est très important que le capteurs soit entièrement entouré de sol. Le fait de ne pas réaliser cela correctement et la principale source de problèmes de mesure.

NOTE A ce stade de l'installation, nous recommandons de faire une mesure de température du sol ou d'installer un capteur de température à proximité du capteur 257 / 253 – voir le paragraphe 4 pour plus de détails.

3. Remplissez le trou avec attention, en comprimant doucement le sol vers le bas afin d'éviter la formation de poches d'air, qui pourraient former des chemins pour le passage de l'eau.

1.3. Comment enlever le capteur

Lorsque vous souhaitez retirer un capteur, avant la récolte de la culture par exemple, il est préférable de le faire après la dernière irrigation de la culture, tant que le sol est encore humide.

ATTENTION Lorsque vous retirez un capteur, aérez le sol présent autour du capteur et assurez-vous que le capteur soit libre de mouvement. Ne tirez pas sur le fil.

Après avoir retiré le capteur, nettoyez et séchez le capteur avec attention et mettez-le dans un sac plastique afin de le stocker

2. Branchement

2.1. Modèle 257

Le capteur 257 est illustré à la figure 1, et le schéma est donné à la figure 2. Le capteur 257 utilise une voie de mesure analogique unipolaire, donc le fil rouge « positif » peut être branché sur une entrée HI ou LO.

Le fil noir se branche sur une voie d'excitation. Le fil blanc se branche à une voie de masse analogique. La masse analogique marquée 'AG' sur les CR10/10X, et équivalente aux masses 'G' des 21X et CR7.

Le fil clair est le blindage, qu'on branche à la masse (G) de la centrale de mesure.

Des capacités bloquent l'action galvanisante due aux différences de potentiel entre la masse de la centrale de mesure et les électrodes qui sont dans le bloc. De tels passages de courant induiraient une détérioration rapide du capteurs.

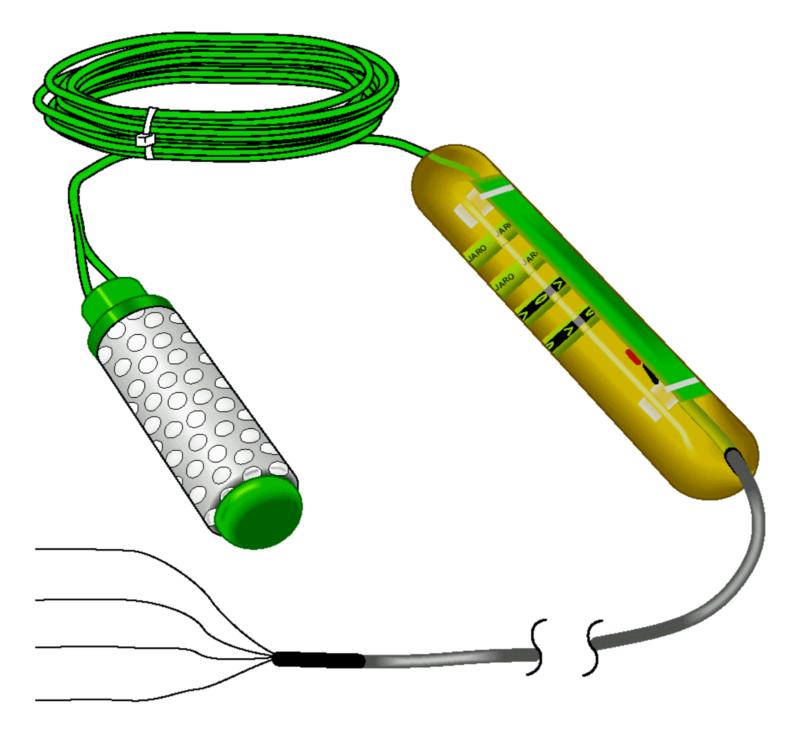


Figure 1 Capteur d'humidité du sol, 257.

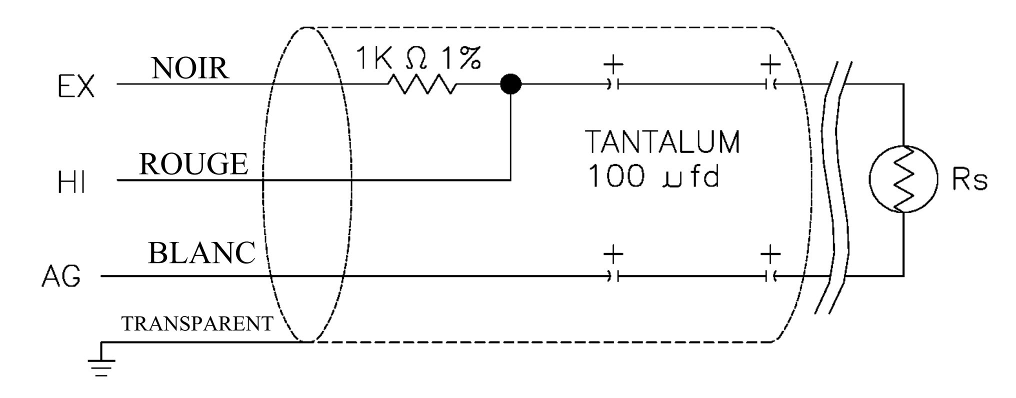


Figure 2 Schéma du capteur 257.

2.2. Modèle 253

Le capteur 253 est fourni par Watermark, avec deux fils verts. Ces deux fils sont reliés directement à des voies d'entrée H et L d'un AM416 ou AM16/32. Le fil provenant du centre du capteur, est connecté à H ; et le câble provenant de l'extérieur du capteur, est relié à L. Les fils peuvent être différentiés grâce aux marques présentes sur le câble provenant de l'extérieur du capteur. Pour les câbles de longueur non standard, Campbell Scientific ajoute un câble à deux conducteurs plus blindage à l'extrémité du câble fourni par Watermark. Le conducteur noir est relié à H, le conducteur blanc à L, et le blindage à la masse G. Il est nécessaire de compléter le pont de mesure par une résistance de 1kOhm à mettre au niveau de la centrale de mesure.

ATTENTION La résistance de précision de 1 kOhm n'est pas fournie avec le capteur 253.

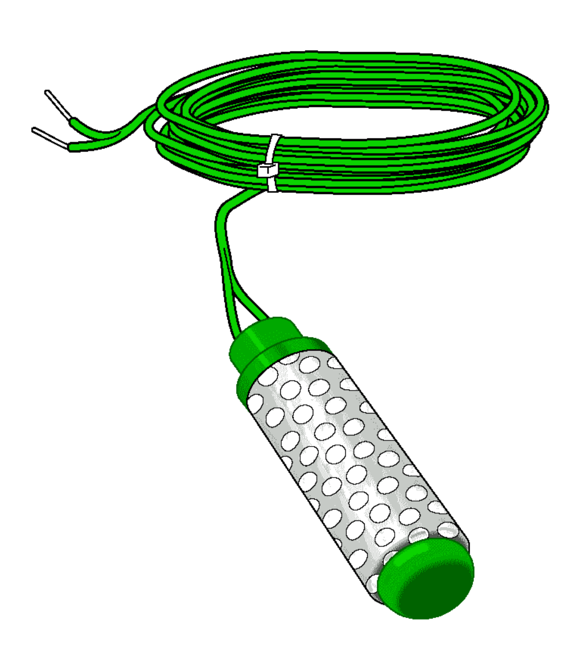


Figure 3 Capteur d'humidité du sol, 253.

3. Programmation

Trois étapes sont nécessaires afin de mesurer et de calculer le potentiel hydrique en bars. L'instruction 5 est utilisée afin de faire la mesure, l'instruction 59 est utilisée pour calculer la résistance du capteur, et une équation empirique est utilisée afin de transformer la résistance en potentiel hydrique en bars.

3.1. Mesure – instruction 5

L'instruction 5 (demi pont courant alternatif) est utilisée pour exciter et mesurer la résistance des capteurs 257 et 253. Les tensions d'excitation et les étendues de mesure recommandées sont données dans le tableau 1.

Tableau 1 Excitations et plages de mesure

Centrale de mesure	Excitation (mV)	Code de mesure	Pleine échelle
21X	500	14	+/- 500mV
CR10/10X	250	14	+/- 250mV
CR7 (257 seulement)	500	16	+/- 500mV

ATTENTION Ne pas utiliser de temps d'intégration lent, car le capteur se polariserait.

Le résultat de l'instruction 5 est le rapport de la tension du signal par rapport à le tension d'excitation :

$V_S / V_X = Rs / (R_S + R_1)$

Où

V_S = Tension du signal

V_X = Tension d'excitation

Rs = Résistance du capteur

R_1 = Résistance de pont à valeur fixe.

Une comparaison entre le potentiel hydrique du sol, V_S / V_X, et R_S, est faite au tableau 2. Les valeurs ont été calculées à l'aide de l'équation 1 du paragraphe 3.3. Cette équation a été développée par Thompson et Armstrong (1987). Une représentation de V_S / V_X par rapport au potentiel hydrique du sol à 18°C, est donnée à la figure 4.

Tableau 2 Comparaison du potentiel hydrique, de Vs / Vx, et de RS (à 18°C)

Bars	Vs / Vx	RS (kOhm)
0,04	0,500	1,00
0,06	0,600	1,50
0,08	0,666	2,00
0,10	0,714	2,50
0,13	0,750	3,00
0,15	0,777	3,50
0,18	0,800	4,00
,021	0,818	4,50
0,24	0,833	5,00
0,27	0,846	5,50
0,31	0,857	6,00
0,35	0,866	6,50
0,39	0,875	7,00
0,43	0,882	7,50
0,48	0,888	8,00
0,53	0,894	8,50
0,58	0,900	9,00
0,64	0,904	9,50

Tableau 2 (cont.)

Bars	Vs / Vx	RS (kOhm)
0,71	0,909	10,00
0,78	0,913	10,50
0,85	0,916	11,00
0,94	0,920	11,50
1,04	0,923	12,00
1,15	0,925	12,50
1,27	0,928	13,00
1,40	0,931	13,50
1,56	0,933	14,00
1,75	0,935	14,50
1,96	0,938	15,00

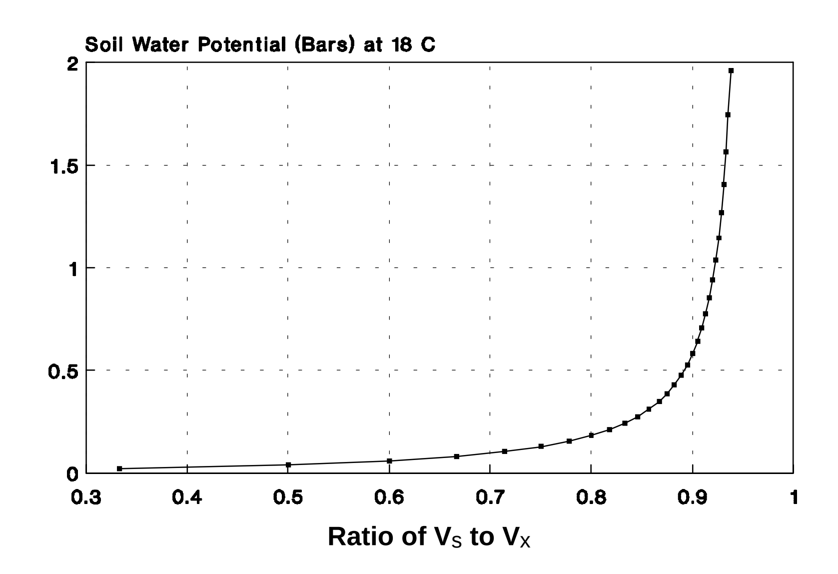


Figure 4 Potentiel hydrique à 18°C
(en Bars - ordonnée) en fonction du rapport de V_S sur V_X (abscisse)

3.2 Calcul de la résistance du capteur – instruction 59

L'instruction 59, instruction de transformation de pont, est utilisée afin de fournir la résistance du capteur (R_S). Cette instruction prend la sortie du demi pont CA (V_S / V_X) et calcule la résistance du capteur de la façon suivant :

$R_S = R_1 (X / (1 – X))$

Où $X = V_S / V_X$ (résultat de l'instruction 5)

Le multiplicateur de l'instruction de transformation de pont devrait normalement être de 1000, représentant la résistance fixe (R_1) mise côté centrale de mesure. Or un multiplicateur de 1000 donnerait des résultats supérieurs à 6999 Ohm, ce qui est plus grand que ce que peut accepter la centrale de mesure en mode d'enregistrement en basse résolution. Afin d'éviter ce dépassement de gamme, on utilisera un multiplicateur de 1 et on enregistrera la résistance du capteur en kOhm.

3.3 Calcul du potentiel hydrique du sol

Le potentiel hydrique du sol (en bars) peut être calculé à partir de la résistance du capteur (R_S) et de la température du sol (T_S), à l'aide de l'équation développée par Thompson et Armstrong (1987). Ils ont utilisé un système d'extraction de la pression par plaque et un bain thermostaté avec les équipements de mesure associés, afin de calibrer le capteur Watermark 200 (capteur 257 et 253 de Campbell Scientific) en fonction de la résistance et de la température. Thompson et Armstrong ont limité leur calibrage à l'étendue de mesure 0 à 1 bar. Watermark recommande cependant d'utiliser cette équation pour une étendue de mesure allant de 0 à 2 bars.

Campbell Scientific vous recommande de faire une calibration individuelle pour chaque capteur 257 / 253, afin d'avoir une valeur précise pour le potentiel hydrique du sol. Campbell Scientific ne calibre pas les 257 / 253 étant donné que les types de sol et les caractéristiques de rétention de l'humidité, affectent le calibrage.

Thompson et Armstrong (1987) :

$$SWP = R_S / (.0{,}1306\ [1{,}062\ (34{,}21 - T_S + 0{,}01060\ T_S^2) - R_S]\ ) \qquad \textbf{[1]}$$

où

SWP = *Soil Water Potential* (potentiel hydrique), (kPa)
(peut être multiplié par 0,01 pour convertir en bars)
R_S = *Sensor Resistance* – Résistance du capteur (kOhm)
T_S = Température du sol (°C)

3.3.1 Approximation linéaire

Pour des applications dans l'étendue de mesure de 0 à 2 bars, on peut considérer que les réponses du potentiel hydrique et la température, sont linéaires (les mesures au dessus de 1,25 bars n'ont pas été vérifiées, mais sont correctes dans le pratique).

$$R_{21} = R_S / [\ \& - (0{,}018 * dT)] \qquad \textbf{[2]}$$

où

R21 = Résistance à 21°C
R_S = résistance mesurée
dT = (T_S –21)
T_S = température du sol en °C.

Le potentiel hydrique est alors calculé à partir de R21 grâce à la relation :

$$SWP = 0{,}07407 * R21 - 0{,}03704 \qquad \textbf{[3]}$$

où

SWP = *Soil Water Potential* (potentiel hydrique), en bar

4. Exemple de programmation pour le capteur 257 avec une 21X

L'exemple de programme est sensé être une portion de programme plus long. Les instructions sont exécutées toutes les 60 secondes. Les instructions de mesure sont contrôlées par une instruction 92 '*If Time*'. Quand la table 1 est scrutée au début d'un intervalle de 6 heures, la mesure sera faite ; sinon, elle sera ignorée.

NOTE La précision de la mesure d'humidité du sol est accrue lorsqu'une mesure de température est incluse dans l'équation. Ceci demande de mettre en place l'une des procédures suivantes :

1. Ajouter une approximation de la température à l'équation, en faisant une mesure « absolue » pendant la mise en place du capteur. Celle-ci peut être modifie afin de suivre les changements typiques du cycle journalier de la température du sol grâce à l'utilisation de l'instruction 'If time'.
2. Installer une sonde de température à proximité du capteur d'humidité du sol, et faire appel à cette température de façon continue, dans l'expression de calcul de l'humidité du sol.
3. Pour des capteurs enfouis assez profondément (125 à 250 mm) dans un sol ombragé, mesurez la température de l'air à l'aube, et estimez que c'est une approximation de la température du sol.
4. Utilisez la température interne de la centrale de mesure en tant qu'approximation brute.

L'exemple de programme de ce paragraphe utilise la seconde option, en mesurant la température du sol grâce à une thermistance 107 de Campbell Scientific.

Lorsqu'un intervalle de 6 heures est terminé, une mesure de résistance du capteur 257 est effectuée par l'instruction de mesure de demi pont CA. L'instruction de transformation de pont de mesure utilise le résultat de l'instruction 5 (Vs / Vx) pour générer Rs en kOhms. L'instruction 11 mesure la température du sol par le biais du capteur 107. Ces deux valeurs sont ensuite utilisées afin de calculer le potentiel hydrique du sol en utilisant l'équation de Thompson et Armstrong qui est recommandée par Watermark. Cette équation peut être incorporée à Split ou à un autre tableur au lieu d'être incorporée au programme de la centrale de mesure.

```
*      1       Table 1 Programs
       01 :    60      Sec. Execution Interval
```

; Mesure de la température du sol avec une 107

```
1:  Temp 107 Probe (P11)
 1: 1       Reps
 2: 1       SE Channel
 3: 1       Excite all reps w/Exchan 1
 4: 1       Loc [ Tsoil_C   ]
 5: 1.0      Mult
 6: 0.0      Offset
```

; Exécuter les instructions suivantes une fois toutes les 6 heures

```
2:  If time is (P92)
 1: 0        Minutes into a
 2: 360      Minute Interval
 3: 30       Then Do
```

; Mesure de la résistance du capteur de potentiel hydrique (Vs / Vx)

```
3:  AC Half Bridge (P5)
 1: 1        Reps
 2: 14       500 mV Fast Range
 3: 2        SE Channel
 4: 2        Excite all reps w/Exchan 2
 5: 500      mV Excitation
 6: 2        Loc [ Rs_kOhms  ]
 7: 1.0      Mult
 8: 0.0      Offset

4:  BR Transform Rf[X/(1-X)] (P59)
 1: 1        Reps
 2: 2        Loc [ Rs_kOhms  ]
 3: 1        Mult (Rf)
```

; l'équation suivante convertit Rs en potentiel hydrique en bars : SWP = Ts²

```
5:  Z=X*Y (P36)
 1: 1        X Loc [ Tsoil_C   ]
 2: 1        Y Loc [ Tsoil_C   ]
 3: 3        Z Loc [ SWP_bars  ]
```

*; SWP = Ts² * 0,0106*

```
6:  Z=X*F (P37)
 1: 3        X Loc [ SWP_bars  ]
 2: 0.0106   F
 3: 3        Z Loc [ SWP_bars  ]

7:  Z=F (P30)
 1: 34.21    F
 2: 4        Z Loc [ Constante ]
```

; SWP = 34,21 - Ts

```
8:  Z=X-Y (P35)
 1: 4        X Loc [ Constante ]
 2: 1        Y Loc [ Tsoil_C   ]
 3: 4        Z Loc [ Constante
```

*; SWPcalc. = [(34,21 – Ts)+(Ts²*0,01060)]*

```
9:  Z=X+Y (P33)
 1: 3        X Loc [ SWP_bars  ]
 2: 4        Y Loc [ Constante ]
 3: 3        Z Loc [ SWP_bars  ]
```

; SWP = 1,062 [SWPcalc]

10: Z=X*F (P37)
1: 3 X Loc [SWP_bars]
2: 1.062 F
3: 3 Z Loc [SWP_bars]

; SWP = SWPcalc - Rs

11: Z=X-Y (P35)
1: 3 X Loc [SWP_bars]
2: 2 Y Loc [Rs_kOhms]
3: 3 Z Loc [SWP_bars]

*; SWP = 0,013060 * SWPcalc*

12: Z=X*F (P37)
1: 3 X Loc [SWP_bars]
2: 0.0131 F
3: 3 Z Loc [SWP_bars]

; SWP = Rs / SWPcalc

13: Z=X/Y (P38)
1: 2 X Loc [Rs_kOhms]
2: 3 Y Loc [SWP_bars]
3: 3 Z Loc [SWP_bars]

*; SWPbars = SWP(kPa) * 0,01*

14: Z=X*F (P37)
1: 3 X Loc [SWP_bars]
2: 0.01 F
3: 3 Z Loc [SWP_bars]

; toutes les 6 heures, ce qui suit est enregistré en mémoire finale :

; l'identificateur de ligne de sauvegarde (115)
; le jour julien
; l'heure / Minute
; Température du sal (°C)
; Résistance du capteur (kOhms)
; Potentiel hydrique du sol (Bars)

15: Do (P86)
1: 10 Set Output Flag High

16: Real Time (P77)
1: 0220 Day,Hour/Minute (midnight = 2400)

17: Sample (P70)
1: 3 Reps
2: 1 Loc [Tsoil_C]

18: End (P95)

5. Exemple de programmation pour le capteur 253

NOTE Ces exemples montrent uniquement les instructions de mesure de résistance du capteur. Pour convertir la mesure de résistance en potentiel hydrique du sol grâce à l'équation de Thompson et Armstrong, il faut utiliser les instructions appropriées de l'exemple du paragraphe

5.1. Avec un multiplexeur AM32

Exemple de programme pour une 21X

```
1:  Set Port (P20)                          ; mettre l'AM32 en état de fonctionnement
 1: 1       Set High
 2: 1       Port Number

2:  Beginning of Loop (P87)
 1: 0       Delay
 2: 32      Loop Count

3:  Excitation with Delay (P22)             ; donner l'impulsion de l'horloge
 1: 1       Ex Channel
 2: 1       Delay w/Ex (units = 0.01sec)
 3: 0       Delay After Ex (units =0.01 sec)
 4: 5000    mV Excitation

4:  AC Half Bridge (P5)                     ; l'espace mémoire est indexé
 1: 1       Reps
 2: 14      500 mV Fast Range
 3: 1       SE Channel
 4: 2       Excite all reps w/Exchan 2
 5: 500     mV Excitation
 6: 1    -- Loc [ Res_sens1 ]               ;faire une mesure de conductivité en CA
 7: 1.0     Mult
 8: 0.0     Offset

5:  End (P95)

6:  Set Port (P20)                          ; l'AM32 est ré-initialisé
 1: 0       Set Low
 2: 1       Port Number

7:  BR Transform Rf[X/(1-X)](P59)           ; Calcul des résistances
 1: 32      Reps
 2: 1       Loc [ Res_sens1 ]
 3: 1.0     Mult (Rf)
```

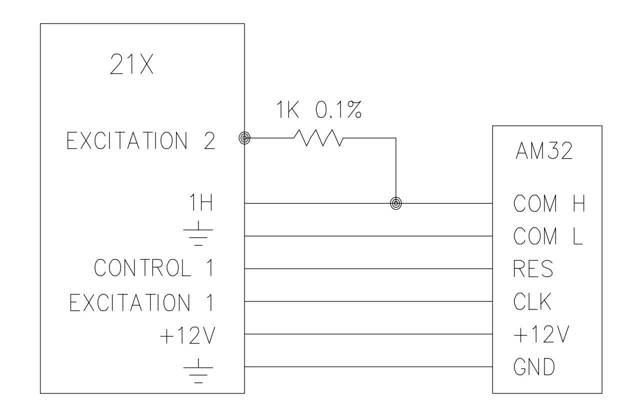


Figure 5 Branchement d'un AM32 et d'une 21X ayant une PROM antérieure aux versions OSX.

Exemple de programme pour une CR10/10X

```
1:  Do (P86)
 1: 45       Set Port 5 High

2:  Beginning of Loop (P87)
 1: 0        Delay
 2: 32       Loop Count

3:  Do (P86)                            ; donner l'impulsion de l'horloge (10 ms)
1: 76        Pulse Port 6

4:  AC Half Bridge (P5)                 ;faire une mesure de conductivité en CA
 1: 1        Reps
 2: 14       250 mV Fast Range
 3: 1        SE Channel
 4: 2        Excite all reps w/Exchan 2
 5: 250      mV Excitation
 6: 1     -- Loc [ Res_sens1 ]          ; l'espace mémoire est indexé
 7: 1.0      Mult
 8: 0.0      Offset

5:  End (P95)

6:  Do (P86)                            ; l'AM32 est ré-initialisé
 1: 55       Set Port 5 Low

7:  BR Transform Rf[X/(1-X)] (P59)      ; Calcul des résistances
 1: 32       Reps
 2: 1        Loc [ Res_sens1 ]
 3: 1        Multiplier (Rf)
```

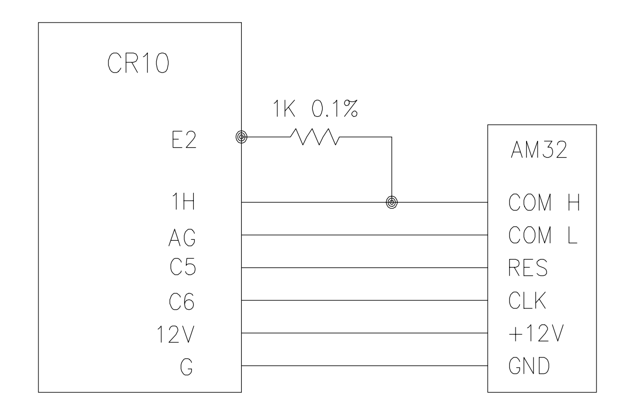


Figure 6 Branchement d'un AM32 à une CR10/10X

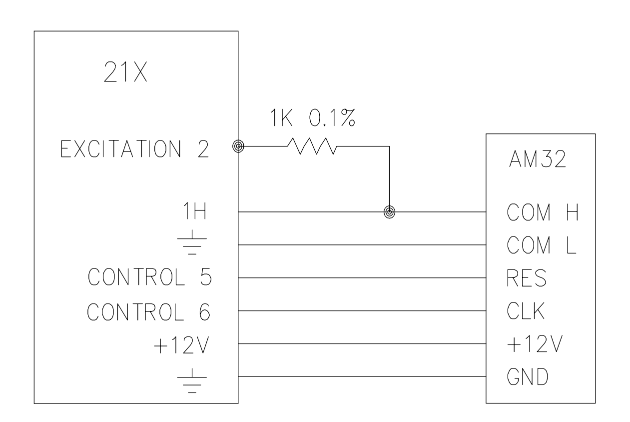


Figure 7 Branchement d'un AM32 avec une 21X ayant une PROM versions OSX.

5.2. Avec un multiplexeur AM416

Exemple de programme pour une 21X

Voir la figure 8.

1: Set Port (P20) *; mettre l'AM416 en état de fonctionnement*
1: 1 Set High
2: 1 Port Number

2: Beginning of Loop (P87)
1: 0 Delay
2: 16 Loop Count

3: Excitation with Delay (P22) *; donner l'impulsion de l'horloge t*
1: 1 Ex Channel
2: 1 Delay w/Ex (units = 0.01 sec)
3: 0 Delay After Ex (units = 0.01 sec)
4: 5000 mV Excitation

4: Step Loop Index (P90)
1: 2 Step

5: AC Half Bridge (P5) *;faire une mesure de conductivité en CA*
1: 2 Reps
2: 14 500 mV Fast Range
3: 1 SE Channel
4: 2 Excite all reps w/Exchan 2
5: 500 mV Excitation
6: 1 -- Loc [Res_sens1] *; l'espace mémoire est indexé*
7: 1.0 Mult
8: 0.0 Offset

6: End (P95)

7: Set Port (P20) *; l'AM416 est ré-initialisé*
1: 0 Set Low
2: 1 Port Number

8: BR Transform Rf[X/(1-X)] (P59) *; Calcul des résistances*
1: 32 Reps
2: 1 Loc [Res_sens1]
3: 1.0 Mult (Rf)

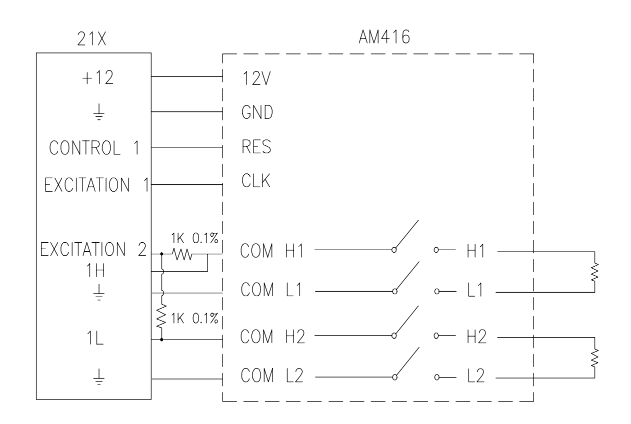


Figure 8 Branchement d'un AM416 avec une 21X ayant une PROM antérieure aux versions OSX.

Exemple de programme pour une CR10/10X

Voir la figure 9. Ce programme peut aussi être utilisé avec des 21X de PROM de version OSX, bien que le délai d'impulsion soit de 0,1 secondes (voir la figure 10).

1: Do (P86)
1: 41 Set Port 1 High

2: Beginning of Loop (P87)
1: 0 Delay
2: 16 Loop Count

3: Do (P86) *; donner l'impulsion de l'horloge (10 ms)*
1: 72 Pulse Port 2

4: Step Loop Index (P90)
1: 2 Step

```
5:  AC Half Bridge (P5)                    ;faire une mesure de conductivité en CA
 1: 2       Reps
 2: 14       250 mV Fast Range
 3: 1       SE Channel
 4: 2       Excite all reps w/Exchan 2
 5: 250     mV Excitation
 6: 1     -- Loc [ Res_sens1 ]                    ; l'espace mémoire est indexé
 7: 1.0     Mult
 8: 0.0     Offset

6:  End (P95)

7:  Do (P86)                                     ; l'AM416 est ré-initialisé
 1: 51      Set Port 1 Low

8:  BR Transform Rf[X/(1-X)] (P59)                 ; Calcul des résistances
 1: 32      Reps
 2: 1       Loc [ Res_sens1 ]
 3: 1       Multiplier (Rf)
```

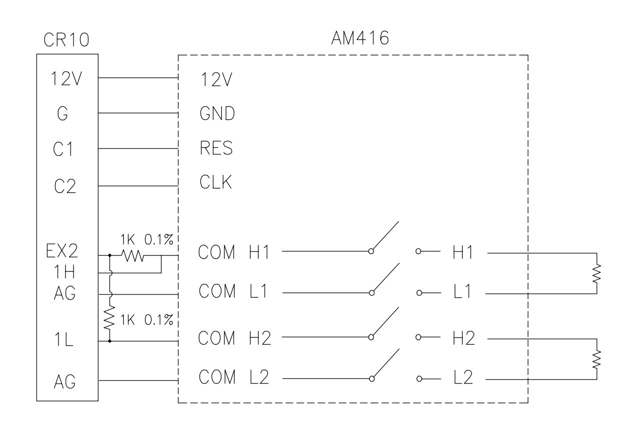


Figure 9 Branchement d'un AM416 à une CR10/10X

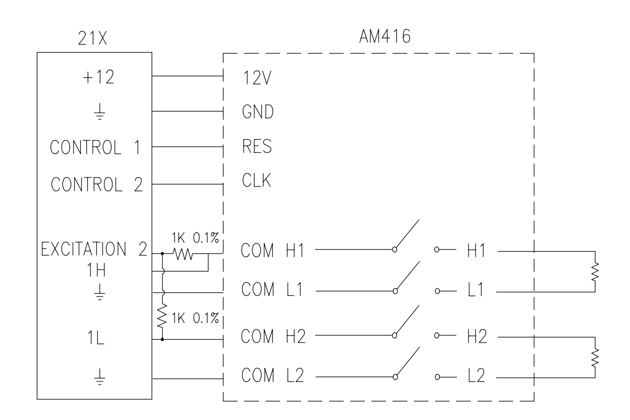


Figure 10 Branchement d'un AM416 à une 21X de PROM de version OSX

6. Interprétation des résultats

D’une façon générale, les mesures des 257/253 indiquent des humidités du sol de la façon suivante :

0 à 0,1 bar = Sol saturé

0,1 à 0,2 bar =Le sol est humide et de façon optimum (excepté pour du sable grossier, qui commence à perdre de l’eau)

0,2 à 0,6 bar = Etendue de mesure habituelle pour de l’irrigation (sauf pour de sols très argileux)

0,6 à 1,0 bar = Etendue de mesure habituelle pour des sols très argileux

1,0 à 2,0 bar = Sol devenant dangereusement sec si l’on souhaite avoir une production maximale.

7. Résolution de problèmes

Si vous pensez que avez de mauvais résultats en sortie de votre capteur, faites donc les tests suivants sur votre capteur :

1. Submergez le capteur dans de l’eau. La mesure devrait se trouver entre –0,03 et +0,03 bars.
2. Laissez le capteur sécher pendant 30 à 48 heures. Vous devriez voir augmenter les résultats depuis les environs de zéro et jusqu’à plus de 150 bars.
3. Mettez le capteur dans l’eau de nouveau ; le résultat en sortie devrait diminuer à nouveau jusqu’à environ zéro en l’espace d’une à deux minutes.

Si le capteur se comporte de la façon décrite ci-dessus, et que le problème persiste malgré cela, prenez les points suivants en considération :

- Le capteur n’a peut être pas un contact assez bon avec le sol. Cela se produit souvent quand on a utilisé un trou de taille supérieure à celle du capteur, et que la zone de remplissage autour du capteur n’a pas été compactée suffisamment lors du remplissage du trou.
- Le capteur n’est pas mis en place dans une zone active du système racinaire, ou il est situé à un endroit où l’eau d’irrigation ne l’atteint pas. Cela peut se produire lorsque le capteur est mis en place au dessus d’une pierre ou au dessous d’une couche dure, qui pourraient entraver le mouvement de l’eau. Le fait de ré-installer le capteur, résout alors souvent le problème.
- Quand le sol sèche et que vous lisez des valeurs supérieures à 0,8 bar, le contact entre le sol et le capteur peut être perdu car le sol commence à se rétracter. L’irrigation, dont le résultat n’est qu’une ré-humectation partielle du sol, ne réhumidifiera pas totalement le capteur. Cela peut induire des résultats surestimés et constants. Le fait de ré humidifier entièrement le sol et le capteur, résout souvent ce type de problème de contact entre sol et capteur. Ce problème est rencontré le plus souvent dans les sols les plus lourds, et durant le pic de demande en eau des cultures, lorsque l’irrigation peut ne pas être entièrement réalisé. Le fait de tracer un graphique représentant l’évolution de l’humidité, est la meilleure façon de détecter ce genre de défaut de comportement.

Références

Thompson, S.J. et C.F. Armstrong, Calibration of the Watermark Model 200 Soil Moisture Sensor, Applied Engineering in Agriculture, Vol. 3, No. 2, pp. 186-189, 1987.